

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Juli 2004 (08.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/057281 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01F 23/26

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/011449

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Oktober 2003 (16.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 61 767.8 19. Dezember 2002 (19.12.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): HYDAC ELECTRONIC GMBH [DE/DE]; Hauptstrasse 27, 66128 Saarbrücken (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): QU, Wenmin [CN/DE]; Kaiserstrasse 110, 66386 St. Ingbert (DE). GAMES, ...

Frédéric, Julien [FR/FR]; 20A, rue Principale, F-57800 Betting-lés-Saint-Avoid (FR). MANNEBACH, Horst [DE/DE]; Krimmgasse 8, 56294 Münstermaifeld (DE). JIRGAL, Mathias, Leo [DE/DE]; Alleestrasse 64, 66126 Saarbrücken (DE).

(74) Anwalt: BARTELS UND PARTNER; Lange Strasse 51, 70174 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaat (national): US.

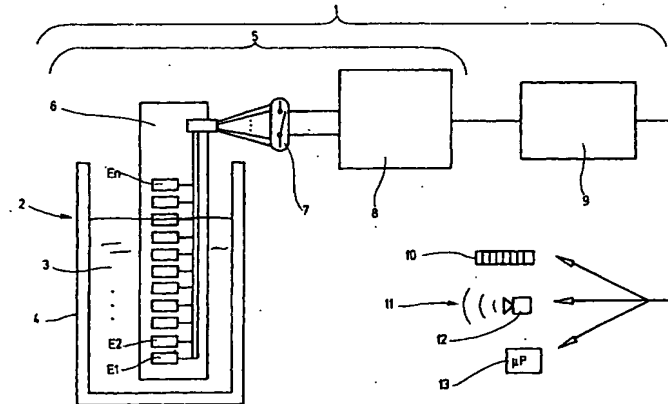
(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR MEASURING CAPACITANCE AND DEVICE FOR DETERMINING THE LEVEL OF A LIQUID USING ONE SUCH DEVICE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR KAPAZITÄTSMESSUNG SOWIE EINRICHTUNG ZUM ERMITTELN DES FÜLLSTANDES EINER FLÜSSIGKEIT MIT EINER SOLCHEN VORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a device (5) for measuring capacity, said device comprising an electrode arrangement consisting of a plurality of electrodes (E1, E2, ..., En) which are adjacently and/or successively arranged on a carrier (6), an intrinsic measuring device (8) for measuring the capacitance between a first electrode (E2), in the form of a measuring electrode, and a second electrode (E1), in the form of a counter-electrode, and a controllable switching device (7) for connecting the electrodes (E1, E2, ..., En), in the form of first and second electrodes (E2, E1), to the measuring device (8) in such a way that they can be switched in a pre-determinable manner. The inventive device is characterised in that each electrode (E1, E2, ..., En) of the electrode arrangement can be switched in a controlled, alternate manner by the switching device (7), in the form of a measuring electrode, and respectively at least one of the other electrodes (E1, E2, ..., En), in the form of a counter-electrode, can be switched to a pre-determinable reference potential. The invention also relates to an associated method, and a device (1) for determining the level (2) of a liquid (3) using one such device (5).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/057281 A1



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (5) zur Kapazitätsmessung mit einer Elektrodenanordnung bestehend aus einer Vielzahl von nebeneinander und/oder hintereinander auf einem Träger (6) angeordneten Elektroden (E1, E2, ..., En), einer eigentlichen Messeinrichtung (8) zum Messen der Kapazität zwischen einer ersten Elektrode (E2) als Messelektrode und einer zweiten Elektrode (E1) als Gegenelektrode, sowie einer steuerbaren Schalteinrichtung (7) zum vorgebbar schaltbaren Verbinden der Elektroden (E1, E2, ..., En) als erste und zweite Elektroden (E2, E1) mit der Messeinrichtung (8), dadurch gekennzeichnet, dass durch die Schalteinrichtung (7) gesteuert abwechselnd jede Elektrode (E1, E2, ..., En) der Elektrodenanordnung als Messelektrode schaltbar ist und dabei jeweils mindestens eine der weiteren Elektroden (E1, E2, ..., En) als Gegenelektrode auf ein vorgegbares Bezugspotential schaltbar ist, sowie ein zugehöriges Verfahren und eine Einrichtung (1) zum Ermitteln des Füllstandes (2) einer Flüssigkeit (3) mit einer solchen Vorrichtung (5).

Vorrichtung und Verfahren zur Kapazitätsmessung sowie Einrichtung zum Ermitteln des Füllstandes einer Flüssigkeit mit einer solchen Vorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kapazitätsmessung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein entsprechendes Verfahren und eine

- 5 Einrichtung zum Ermitteln des Füllstandes einer Flüssigkeit mit einer solchen Vorrichtung.

- Aus dem Stand der Technik, beispielsweise der Veröffentlichung TO-TH, F.N. und weitere: A new capacitive precision liquid-level sensor,
10 Digest 1996 Conference on Precision Electromagnetic Measurements, Braunschweig, sind gattungsgemäße Vorrichtungen bekannt. Dabei werden parallel zu einer Reihe von hintereinander angeordneten Meßelektroden einseitig oder beidseitig benachbart langgestreckte Schutz- und Bezugspotential-Elektroden („guard“ und „E₀“) angeordnet. Eine Kapazitäts-
15 und damit letztlich Füllstandsmessung erfolgt durch Messung der Kapazität zwischen den einzelnen Meßelektroden und der gegenüberliegenden langgestreckten Bezugspotential-Elektrode.

- Derartige Vorrichtungen erfordern einen hohen Verschaltungsaufwand und
20 damit hohe Herstellungs- und Montagekosten. Daneben müssen besondere

Vorkehrungen getroffen werden, um eine hohe Auflösung bei geringer Empfindlichkeit für Störsignale zu erreichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung bereitzustellen,
5 welche die Nachteile des Standes der Technik überwindet. Außerdem soll
ein zugehöriges Verfahren sowie eine entsprechende Einrichtung zum
Ermitteln des Füllstandes einer Flüssigkeit in einem Behälter bereitgestellt
werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung soll insbesondere
kostengünstig in der Herstellung und Montage und dauerhaft zuverlässig im
10 Betrieb sein. Die Auflösung und die (Un-)Empfindlichkeit für Störsignale soll
weiter optimiert sein.

Diese Aufgabe ist durch die im Anspruch 1 bestimmte Vorrichtung sowie
durch das im nebengeordneten Anspruch bestimmte Verfahren und die im
15 ebenfalls nebengeordneten Anspruch bestimmte Einrichtung zum Ermitteln
des Füllstandes gelöst. Besondere Ausführungsarten der Erfindung sind in
den Unteransprüchen bestimmt.

Die Aufgabe ist bei einer Vorrichtung zur Kapazitätsmessung mit einer
20 Elektrodenanordnung bestehend aus einer Vielzahl von nebeneinander
und/oder hintereinander auf einem Träger angeordneten Elektroden, einer
eigentlichen Meßeinrichtung zum Messen der Kapazität zwischen einer
ersten Elektrode als Meßelektrode und einer zweiten Elektrode als
Gegenelektrode, sowie einer steuerbaren Schalteinrichtung zum vorgebar
25 schaltbaren Verbinden der Elektroden als erste und zweite Elektroden mit
der Meßeinrichtung, dadurch gelöst, daß durch die Schalteinrichtung
gesteuert abwechselnd jede Elektrode der Elektrodenanordnung als
Meßelektrode schaltbar ist und dabei jeweils mindestens eine der weiteren

Elektroden als Gegenelektrode auf ein vorgebbares Bezugspotential schaltbar ist.

- Vorzugsweise sind die Elektroden auf einer Fläche angeordnet,
- 5 insbesondere auf einer ebenen Fläche. In einer besonderen Ausführungsart sind die Elektroden rechteckförmig und mit ihren Längsseiten nebeneinander angeordnet. Der Abstand der Elektroden ist vorzugsweise möglichst gering, insbesondere kleiner als die Hälfte, und vorzugsweise kleiner als $1/5$ des Abstandes von einer Elektrode zur nächsten. Für viele
- 10 Anwendungsfälle ist es vorteilhaft, die Elektroden auf einem flexiblen Träger anzuordnen, beispielsweise auf einer Folie aus Polymerkunststoff wie etwa Polyimid. Besonders vorteilhaft für den flexiblen Träger und/oder für ein den Träger gegebenenfalls umgebendes Rohr ist die Verwendung von Werkstoffen, die einen geringen Temperaturkoeffizienten ihrer
- 15 Dielektrizitätszahl aufweist, wie beispielsweise Polypropylen.

- Der Elektrodenträger ist vorzugsweise mit den Elektroden in stabiler Anlage an der Innenseite des Rohres festgelegt oder angedrückt. Beispielsweise kann der Elektrodenträger auf ein federelastisch verformbares Innenrohr
- 20 aufgespannt sein, das in das Rohr eingesteckt wird. Zur mechanischen Stabilisierung kann das Innenrohr aufgefüllt werden, insbesondere ausgeschäumt werden.

- Das Rohr kann auf seiner zur Flüssigkeit gewandten Seite mindestens
- 25 teilweise, vorzugsweise vollflächig, mit einer Beschichtung versehen sein, die aufgrund des für die Beschichtung gewählten Werkstoffes beispielsweise einen hohen Perleffekt der Flüssigkeit hervorruft und daher die Benetzung mit Flüssigkeit herabsetzt, und/oder eine Diffusion der Flüssigkeit in das Rohr verhindert. Derartige Beschichtungen können

beispielsweise einen Polymerkunststoff enthalten und durch Lackieren oder durch ein Tauchbad auf das Rohr aufgebracht werden.

- Vorzugsweise sind die Elektroden nicht nur gegeneinander elektrisch
- 5 isoliert, sondern auch mit einer elektrisch isolierenden Schicht auf dem vom Träger abgewandten Seite abgedeckt. Vorteilhaft ist es, wenn die Elektroden zusammen mit Anschlußleiterbahnen auf dem Träger in Dünn- oder Dickschichttechnik aufgebracht sind. Das Aufbringen kann dabei strukturiert erfolgen, beispielsweise durch Siebdruck oder Stempeln.
- 10 Alternativ oder ergänzend dazu kann der Auftrag auch ganzflächig erfolgen und anschließend die ganzflächige Schicht strukturiert werden, beispielsweise unter Verwendung von photolithographischen Strukturierungsverfahren, wie sie beispielsweise aus der Halbleitertechnologie oder der Technik hybrider Mikroschaltungen bekannt
- 15 sind.

- In einer besonderen Ausführungsart weist die Vorrichtung eine Verbindungseinrichtung zum elektrischen Anschließen weiterer Sensoren und/oder zum Verbinden mit der Schalteinrichtung auf. Der Anschluß
- 20 weiterer Sensoren und/oder der Schalteinrichtung erfolgt vorzugsweise lösbar und/oder erforderlichenfalls dicht gegenüber umgebenden Flüssigkeiten.

- Es können Sensoren vorgesehen werden, die keinen unmittelbaren Kontakt
- 25 zur Flüssigkeit erfordern, beispielsweise ein Temperatursensor; in diesem Fall kann der Sensor innerhalb des Rohres angeordnet sein, beispielsweise auf dem Elektrodenträger und von den dort vorhandenen Leiterbahnen unmittelbar elektrisch kontaktiert werden.

Alternativ oder ergänzend können Sensoren vorgesehen sein, die in unmittelbaren Kontakt mit der Flüssigkeit zu bringen sind, beispielsweise ein Viskositätssensor; in diesem Fall muß der Sensor außerhalb des Rohres angeordnet sein, und die elektrische Verbindung erfolgt über eine
5 flüssigkeitsdichte elektrische Durchführung in dem Rohr, insbesondere an dessen Bodenfläche. Vorzugsweise ist eine lösbare Steckverbindung vorgesehen.

Weitere Sensoren können beispielsweise Sensoren für Feuchtigkeit, Druck
10 oder dergleichen sein, oder auch ein zusätzlicher kapazitiver Sensor, mit dem ein die Vorrichtung umgebendes Medium hinsichtlich dessen Dielektrizitätszahl untersucht wird. Vorzugsweise sind auch die Anschlußleiterbahnen für die zusätzlichen Sensoren auf dem Träger der Vorrichtung angebracht.

15 Weiterhin können auch mindestens Teile der steuerbaren Schalteinrichtung oder auch der Meßeinrichtung auf dem Träger der Vorrichtung angeordnet sein. Grundsätzlich ist es auch möglich, als Träger für die Elektrodenanordnung das gleiche Substrat zu verwenden, wie es für die
20 Schalteinrichtung und/oder Meßeinrichtung verwendet wird. Der Grad der Integration der Bauelemente richtet sich letztlich nach dem jeweiligen Anwendungsfall ebenso wie nach den Anforderungen an die Baugröße der Vorrichtung, für die es bedingt durch die Funktion der Vorrichtung untere und/oder obere Grenzen geben kann.

25 In einer besonderen Ausführungsart der Erfindung ist das vorgebbare Bezugspotential das Massepotential der Meßeinrichtung. Dadurch lassen sich auf schaltungstechnisch besonders einfache und gleichzeitig sehr genaue Weise die Kapazitätswerte der geschalteten Elektroden messen.

- Vorzugsweise wird für die Meßeinrichtung das sogenannte „charge transfer“ Verfahren eingesetzt. Übliche Werte der zu messenden Kapazität, beispielsweise bei der Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung als
- 5 Füllstandssensor, liegen im Bereich von Bruchteilen eines pF bis einige Hundert pF, können aber in Abhängigkeit des Mediums, insbesondere dessen Dielektrizitätszahl, und/oder der Elektrodenflächen und Elektrodenabstände darüber oder darunter liegen.
- 10 Vorzugsweise werden alle Elektroden, die nicht als Meßelektroden geschaltet sind, auf das Bezugspotential geschaltet, insbesondere auf Massepotential. Im Falle eines Füllstandssensors ist es außerdem vorteilhaft, auch die Flüssigkeit und/oder mindestens einen Teil der Wand des Behälters auf dieses oder ein anderes vorgebbares Bezugspotential zu
- 15 schalten.
- Alle Elektroden weisen vorzugsweise eine im wesentlichen identische Kontur und Fläche auf. Vorzugsweise sind alle Elektroden im wesentlichen äquidistant zueinander und/oder zu den Anschlußleitungen angeordnet.
- 20 Dadurch ergibt sich nicht nur eine vereinfachte Herstellung der Vorrichtung, sondern die gemessenen Kapazitätswerte und Kapazitätsänderungen sind auch grundsätzlich in der gleichen Größenordnung. Gerade beim abwechselnden Durchschalten erweist es sich darüber hinaus als vorteilhaft, daß durch die Gleichartigkeit der
- 25 Elektroden die Zuverlässigkeit der Vorrichtung erhöht ist. Außerdem ist durch die erfindungsgemäß nicht erforderliche langgestreckte und großflächige Bezugspotential-Elektrode der Flächenbedarf der Elektrodenanordnung deutlich herabgesetzt, oder es können die Elektroden

bei gleichem Flächenbedarf größer sein, wodurch die Meßempfindlichkeit und/oder die Meßgenauigkeit erhöht ist.

5 Zwecks Erhöhung der Meßgenauigkeit bei vorgegebener Gesamtgröße der
Vorrichtung ist es auch möglich, daß mehrere, jeweils vorzugsweise nicht
unmittelbar benachbarte Elektroden, zu jeweils einer Elektrodengruppe fest
verdrahtet verschaltet sind. Durch die Schaltvorrichtung wird abwechselnd
jede Elektrodengruppe als Meßelektrode geschaltet und dabei jeweils
10 mindestens eine der weiteren Elektrodengruppen als Gegenelektrode auf
das vorgebbare Bezugspotential geschaltet. Dies entspricht einer Aufteilung
der einzelnen Elektroden in verschiedene Teilsegmente. Die fest
verdrahtete Verschaltung der Elektroden zu der jeweiligen
Elektrodengruppe erfolgt vorzugsweise am Ort der Anschlußleitungen,
insbesondere jeweils auf Höhe der betreffenden Elektrode, so daß auch
15 hinsichtlich der Anschlußleitungen kein erhöhter Platzbedarf entsteht.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Kapazitätsmessung unter
Verwendung der vorstehend beschriebenen Vorrichtung. Vorzugsweise ist
die Schalteinrichtung dabei von einem Mikroprozessor gemäß einem im
20 Mikroprozessor selbst oder in einem Speicherbauelement gespeicherten
Steuerprogramm gesteuert.

Außerdem betrifft die Erfindung eine Einrichtung zum Ermitteln des
Füllstandes einer Flüssigkeit in einem Behälter mit einer vorstehend
25 beschriebenen Vorrichtung. Dabei wird in einer der eigentlichen
Meßeinrichtung nachgeordneten Auswerteeinrichtung die gemessene
Kapazität mit gespeicherten Referenzwerten verglichen. Diese
Referenzwerte können fest vorgegeben und unveränderlich sein, oder es
können abhängig von der Anwendung Referenzwerte eingespeichert

werden, insbesondere abhängig von der jeweiligen Flüssigkeit, und gegebenenfalls auch abhängig von den Signalen der weiteren Sensoren wie insbesondere der Temperatur. Weiterhin können abgespeicherte Referenzwerte entsprechend einem vorgegebenen Algorithmus an die
5 aktuellen tatsächlichen Randbedingungen wie beispielsweise Temperatur oder Viskosität der Flüssigkeit angepaßt werden.

Vorzugsweise sind die Elektroden auf dem Träger bei einer derartigen Einrichtung in Eintauchrichtung hintereinander angeordnet. Beim Ermitteln
10 des Füllstandes wird zunächst in einem ersten Schritt anhand von gespeicherten Referenzwerten oder fest vorgegebenen Erwartungswerten eine Klassifizierung der einzelnen Elektroden in „eingetaucht“, „nicht eingetaucht“ und „teilweise eingetaucht“ vorgenommen. Das Ergebnis dieser Klassifizierung liefert diskrete Werte, beispielsweise
15 „0“ für „nicht eingetaucht“, „1“ für „teilweise eingetaucht“ und „2“ für „eingetaucht“.

Anschließend erfolgt ein Interpolationsschritt zur Ermittlung des Füllstandes im Bereich der teilweise eingetauchten Elektrode. Die in diesem zweiten,
20 quasi analogen Bestimmungsschritt erreichbare Genauigkeit hängt von der Höhe h der einzelnen Elektroden in Eintauchrichtung sowie auch von dem Kurvenverlauf der Kapazität über dem Füllstand ab.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich
25 aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen mehrere Ausführungsbeispiele im Einzelnen beschrieben sind. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

- Fig. 1 zeigt in vereinfachter Darstellung eine erfindungsgemäße Einrichtung,
- Fig. 2 zeigt in vergrößerter Darstellung die Anordnung der Elektroden,
- 5 Fig. 3 zeigt den Verlauf der gemessenen Kapazität gegen Masse über dem Füllstand,
- Fig. 4 zeigt in vergrößerter Darstellung das untere Ende des Trägers,
- Fig. 5 zeigt eine alternative Ausführungsform der Elektrodenanordnung,
- Fig. 6 zeigt den Verlauf der gemessenen Kapazität gegen Masse über dem Füllstand für die Ausführungsform der Fig. 5.
- 10

Die Fig. 1 zeigt in vereinfachter Darstellung eine erfindungsgemäße Einrichtung 1 zum Ermitteln des Füllstandes 2 einer Flüssigkeit 3 in einem Behälter 4 mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 5 zur

15 Kapazitätsmessung mit einer Elektrodenanordnung bestehend aus einer Vielzahl von hintereinander auf einem Träger 6 angeordneten Elektroden E 1 bis E_n. Die Vorrichtung 5 weist weiterhin auf eine eigentliche Meßeinrichtung 8 zum Messen der Kapazität zwischen einer ersten Elektrode E2 als Meßelektrode und einer zweiten Elektrode E1 als

20 Gegenelektrode. Weiterhin weist die Vorrichtung 5 auf eine steuerbare Schalteinrichtung 7 zum vorgebar schaltbaren Verbinden der Elektroden E1 bis E_n als erste und zweite Elektroden E2, E1 mit der Meßeinrichtung 8.

Die Einrichtung 1 zum Ermitteln des Füllstandes 2 der Flüssigkeit 3 umfaßt

25 weiterhin eine der Meßeinrichtung 8 nachgeordnete Auswerteeinrichtung 9, die aus der von der Vorrichtung 5 gemessenen Kapazität durch Vergleich mit gespeicherten Referenzwerten den Füllstand 2 ermittelt. Dieser Füllstand 2 ist von der Auswerteeinrichtung 9 auf verschiedene und beliebige Weise aus- und weitergebar, beispielsweise anhand einer

digitalen Anzeige 10, einer Sprachausgabe oder eines Warnsignals 11 mittels eines Lautsprechers 12, oder zur Weiterverarbeitung an eine Steuereinheit 13.

- 5 Die steuerbare Schalteinrichtung 7, die Meßeinrichtung 8 und die Auswerteeinrichtung 9 sind vorzugsweise in einem Mikrocontroller oder Mikroprozessor integriert, insbesondere in einem einzigen Halbleiterchip, einschließlich eines Speichers für Referenz-Kapazitätswerte und für das Steuerprogramm.

10

Die Figur 2 zeigt in vergrößerter Darstellung die Anordnung der Elektroden E1 bis En; aus Gründen der Übersichtlichkeit ist der Träger 6 nicht dargestellt. Alle Elektroden E1 bis En sind rechteckförmig und parallel zu ihren Längsseiten hintereinander auf dem Träger 6 angeordnet.

- 15 Die Unterkanten der Elektroden E1 bis En sind mit den Füllstandshöhen h1 bis hn markiert. Der Abstand von zwei beliebigen Elektroden E1 bis En beträgt konstant h. Die Verbindungsleitungen L1 bis Ln zu den einzelnen Elektroden E1 bis En werden nach oben zur Meßelektronik, insbesondere zunächst zur Schalteinrichtung 7 geführt. Parallel hierzu laufen weitere
- 20 Verbindungsleitungen 14, mit denen weitere auf dem Träger 6 angeordnete Sensoren kontaktiert werden können, beispielsweise ein Temperatursensor 15 am unteren Ende in der Nähe der untersten Elektrode E1.

- In einer bevorzugten Ausführungsform werden die Elektroden E1 bis En und
- 25 Verbindungsleitungen L1 bis Ln auf einer sogenannten Flexleiterfolie angebracht, d.h. auf einem sehr biegsamen dünnen Substrat. Die Flexleiterfolie wird in einem elektrisch isolierenden Rohr angeordnet, das vorzugsweise aus einem Material mit einem Dielektrizitätskoeffizienten mit kleinem Temperaturkoeffizienten besteht, wie beispielsweise Polypropylen.

Die Meßeinrichtung 8 bestimmt die Kapazität zwischen jeweils einer ersten Elektrode E2, die als Meßelektrode dient, und mindestens einer weiteren Elektrode E1, die auf das Massepotential der Meßeinrichtung 8 gelegt ist. In einer besonderen Ausführungsart werden alle übrigen Elektroden, die
5 nicht als Meßelektrode geschaltet sind, von der Schalteinrichtung 7 auf Massepotential geschaltet.

Vorzugsweise ist jedenfalls die der ersten Elektrode E2 benachbarte, insbesondere nach unten benachbarte Elektrode als zweite Elektrode E1
10 geschaltet. Weiter vorzugsweise ist auch die Flüssigkeit 3 und/oder jedenfalls eine Wand des Behälters 4 mit dem Bezugspotential verbunden, insbesondere nach Masse geschaltet.

Die Kapazität der ganz oder teilweise eingetauchten Elektroden E1 bis E5, die unterhalb des Füllstandes 2 angeordnet sind, ist jedenfalls bei
15 Flüssigkeiten mit einer Dielektrizitätszahl von mehr als eins größer als die Kapazität der oberhalb des Füllstandes 2 angeordneten Elektroden E6 bis E_n. Aus den gemessenen Kapazitäten wird der Füllstand 2 ermittelt.

Die Bestimmung des Füllstandes 2 erfolgt dabei in zwei Schritten: Zunächst erfolgt eine Klassifizierung der Elektroden E1 bis E4 in „eingetaucht“, E6 bis E_n in „nicht eingetaucht“ und E5 in „teilweise eingetaucht“. Anschließend kann erforderlichenfalls noch eine Interpolation unter Verwendung des für die Elektrode E5 gemessenen Kapazitätswertes erfolgen, so daß der genaue
20 Füllstand im Bereich der teilweise eingetauchten Elektrode E5 ermittelt werden kann.

In der Figur 3 ist ein Verlauf der gemessenen Kapazität gegen Masse über dem Füllstand dargestellt. Der Unterschied des Kapazitätswertes zwischen

„nicht eingetauchtem“ und „eingetauchtem“ Zustand einer Elektrode E1 bis E5 beträgt im dargestellten Ausführungsbeispiel etwa 2 pF bei einer Grundkapazität von etwa 150 pF. Neben der geometrischen Elektrodenanordnung ist dieser Kapazitätsunterschied selbstverständlich vor allem abhängig von der Dielektrizitätszahl der Flüssigkeit und mithin bei polaren Flüssigkeiten wie Wasser größer als bei im wesentlichen unpolaren Flüssigkeiten wie Öl. Der Verlauf der Kapazitätsänderung ist bei allen Elektroden aufgrund der symmetrischen Anordnung im wesentlichen identisch und geprägt von einem nahezu linearen mittleren Steigungsverlauf, dessen Anfang und Ende aufgrund von Randeffekten verrundet sind.

Die Figur 4 zeigt in vergrößerter Darstellung das untere Ende des Trägers 6, der im dargestellten Ausführungsbeispiel als Flexleiterfolie aufgeführt ist, die in ein elektrisch isolierendes Rohr 16 eingebracht ist. Am unteren geschlossenen Ende weist das Rohr 16 einen elektrischen Steckanschluß 17 auf, für das elektrische Anschließen weiterer Sensoren, beispielsweise eines Viskositätssensors.

Zur Erhöhung der Meßgenauigkeit bei vorgegebener Gesamtlänge des Füllstandssensors muß die Höhe h der Elektroden verringert werden. Dadurch würde sich die Anzahl der Elektroden erhöhen, wodurch die Anzahl der Signalleitungen L1 bis Ln und auch der Verschaltungsaufwand erhöht wäre.

Die Figur 5 zeigt eine alternative Ausführungsform der Elektrodenanordnung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Dabei sind fünf einzelne Elektroden E1 bis E5 in jeweils zwei Teilsegmente E1', E1'', ... bis E5', E5'' aufgeteilt. Dadurch kommt es zu einer Erhöhung der Kapazität

zwischen der jeweiligen Meßelektrode und dem Massepotential in mehreren Teilstufen, im dargestellten Ausführungsbeispiel in jeweils zwei Teilstufen. Die Interpolation im zweiten Schritt der Signalauswertung wird dadurch genauer.

5

Das dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt insgesamt fünf Elektroden, die in jeweils zwei gleich große Segmente aufgeteilt sind. Denkbar ist jede andere Aufteilung, beispielsweise auch vier Elektroden in je drei Teilsegmente, sechs Elektroden in je vier Teilsegmente usw. Die Anschlußleitungen der
10 jeweiligen Teilsegmente sind unmittelbar auf dem Träger 6 fest verdrahtet miteinander verbunden.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist nach wie vor die Elektrode E1 mit den beiden Teilsegmenten E1', E1'' mit einer einzigen Anschlußleitung L1
15 kontaktierbar. Die Teilsegmente E1' und E1'' der ersten Elektrode sind unter Bildung einer ersten Elektrodengruppe fest verdrahtet zusammengeschaltet. Diese Festverdrahtung der im Ausführungsbeispiel insgesamt fünf Elektrodengruppen erfolgt vorzugsweise sowohl hinsichtlich der Anzahl der in einer Gruppe zusammengefassten Elektroden als auch hinsichtlich der
20 Relativposition der in einer Gruppe zusammengefassten Elektroden in Bezug auf die gesamte Elektrodenanordnung derart, daß die von der Einrichtung 1 zum Ermitteln des Füllstandes 2 vorzunehmende Zuordnung des gemessenen Kapazitätswerts zu einem daraus resultierenden Füllstand 2 eindeutig ist, insbesondere Mehrdeutigkeiten vermieden sind.

25

Die Figur 6 zeigt den Verlauf der gemessenen Kapazität gegen Masse über dem Füllstand für die Ausführungsform der Fig. 5. Die Beobachtung einer aktuellen Erhöhung der Kapazität einer einzelnen Elektrode E1 bis E5 liefert in der Regel keine eindeutige Aussage über die Anzahl der eingetauchten

- Teilsegmente E1' bis E5''. Es ist daher vorteilhaft, zunächst für alle Elektroden E1 bis En eine Klassifizierung in „eingetaucht“, „teilweise eingetaucht“ und „nicht eingetaucht“ vorzunehmen. Dies erfolgt vorzugsweise dadurch, daß die Kapazitätswerte für „nicht eingetaucht“
- 5 bekannt sind oder vorab ermittelt und abgespeichert wurden. Nachdem eine Klassifizierung aller Elektroden stattgefunden hat, ist eine eindeutige Zuordnung der gemessenen Kapazitätswerte zu einem Füllstand 2 möglich.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (5) zur Kapazitätsmessung mit einer Elektrodenanordnung bestehend aus einer Vielzahl von nebeneinander und/oder
5 hintereinander auf einem Träger (6) angeordneten Elektroden (E1, E2, ..., En), einer eigentlichen Meßeinrichtung (8) zum Messen der Kapazität zwischen einer ersten Elektrode (E2) als Meßelektrode und einer zweiten Elektrode (E1) als Gegenelektrode, sowie einer steuerbaren Schalteinrichtung (7) zum vorgebbar schaltbaren
10 Verbinden der Elektroden (E1, E2, ..., En) als erste und zweite Elektroden (E2, E1) mit der Meßeinrichtung (8), **dadurch gekennzeichnet**, daß durch die Schalteinrichtung (7) gesteuert abwechselnd jede Elektrode (E1, E2, ..., En) der Elektrodenanordnung als Meßelektrode schaltbar ist und dabei jeweils mindestens eine der
15 weiteren Elektroden (E1, E2, ..., En) als Gegenelektrode auf ein vorgebbares Bezugspotential schaltbar ist.
2. Vorrichtung (5) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das vorgebbare Bezugspotential das Massepotential der Meßeinrichtung
20 (8) ist.
3. Vorrichtung (5) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß alle Elektroden (E1, E2, ..., En), die nicht als Meßelektrode geschaltet sind, als Gegenelektrode geschaltet und auf das
25 Bezugspotential geschaltet sind.
4. Vorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß alle Elektroden (E1, E2, ..., En) eine im wesentlichen identische Kontur und Fläche aufweisen.

5. Vorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß alle Elektroden (E1, E2, ..., EN) im wesentlichen äquidistant angeordnet sind.
- 5
6. Vorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere, vorzugsweise jeweils nicht unmittelbar benachbarte Elektroden (E1', E1"; E2', E2"; ...; En', En") zu jeweils einer Elektrodengruppe fest verdrahtet verschaltet sind, und daß durch die Schaltvorrichtung (7) gesteuert abwechselnd jede
- 10
- Elektrodengruppe als Meßelektrode schaltbar ist und dabei jeweils mindestens eine der weiteren Elektrodengruppen als Gegenelektrode auf ein vorgebbares Bezugspotential schaltbar ist.
- 15
7. Vorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (E1, E2, ..., EN) zusammen mit Anschlußleiterbahnen (14) auf dem Träger (6) in Dünn- oder Dickschichttechnik aufgebracht sind.
- 20
8. Vorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (5) eine Verbindungseinrichtung (17) zum Anschließen weiterer Sensoren (15) und/oder zum Verbinden mit der Schalteinrichtung (7) aufweist.
- 25
9. Vorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die steuerbare Schalteinrichtung 7, die Meßeinrichtung 8 und vorzugsweise auch eine nachgeordnete Auswerteeinrichtung 9 in einem Mikrocontroller oder Mikroprozessor integriert sind.

10. Verfahren zur Kapazitätsmessung mit einer Elektrodenanordnung bestehend aus einer Vielzahl von nebeneinander und/oder hintereinander auf einem Träger (6) angeordneten Elektroden (E1, E2, ..., En), einer eigentlichen Meßeinrichtung (8) zum Messen
5 der Kapazität zwischen einer ersten Elektrode (E2) als Meßelektrode und einer zweiten Elektrode (E1) als Gegenelektrode, sowie einer steuerbaren Schalteinrichtung (7), mittels der die Elektroden (E1, E2, ..., En) als erste und zweite Elektroden (E2, E1) mit der Meßeinrichtung (8) vorgebar schaltbar verbunden werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch die Schalteinrichtung (7) gesteuert
10 abwechselnd jede Elektrode (E1, E2, ..., En) der Elektrodenanordnung als Meßelektrode geschaltet wird und dabei jeweils mindestens eine der weiteren Elektroden (E1, E2, ..., En) als Gegenelektrode auf ein vorgebbares Bezugspotential geschaltet wird.
15
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalteinrichtung von einem Mikroprozessor gemäß einem gespeicherten Steuerprogramm gesteuert wird.
- 20 12. Einrichtung (1) zum Ermitteln des Füllstandes (2) einer Flüssigkeit (3) in einem Behälter (4) mit einer Vorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und einer der eigentlichen Meßeinrichtung (8) nachgeordneten Auswerteeinrichtung (9), die aus der von der Vorrichtung (5) gemessenen Kapazität durch Vergleich mit
25 gespeicherten Referenzwerten den Füllstand (2) ermittelt.
13. Einrichtung (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß auch die Flüssigkeit (3) und/oder mindestens Teile einer Wand des Behälters (4) auf das Bezugspotential geschaltet sind.

14. Einrichtung (1) nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet,
daß in der Vorrichtung (5) zur Kapazitätsmessung mehrere,
vorzugsweise jeweils nicht unmittelbar benachbarte Elektroden
5 (E1', E1"; ...; E5', E5") zu jeweils einer Elektrodengruppe fest
verdrahtet verschaltet sind, und daß durch die Schaltvorrichtung (7)
gesteuert abwechselnd jede Elektrodengruppe als Meßelektrode
schaltbar ist und dabei jeweils mindestens eine der weiteren
Elektrodengruppen als Gegenelektrode auf ein vorgebbares
10 Bezugspotential schaltbar ist.
15. Einrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch
gekennzeichnet, daß die Verschaltung der Elektrodengruppen sowohl
hinsichtlich der Anzahl der in einer Gruppe zusammengefaßten
15 Elektroden als auch hinsichtlich der Relativposition der in einer
Gruppe zusammengefaßten Elektroden in Bezug auf die gesamte
Elektrodenanordnung so erfolgt, daß die von der Einrichtung (1) zum
Ermitteln des Füllstandes (2) vorzunehmende Zuordnung des
gemessenen Kapazitätswerts zu einem daraus resultierenden Füllstand
20 (2) eindeutig ist.
16. Einrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch
gekennzeichnet, daß die Elektroden an der Innenseite eines in die
Flüssigkeit eintauchbaren Rohres (16) angeordnet sind.
25
17. Einrichtung (1) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das
Rohr (16) auf seiner der Flüssigkeit zugewandten Seite mindestens
teilweise, vorzugsweise vollflächig, eine Beschichtung aufweist.

1 / 3

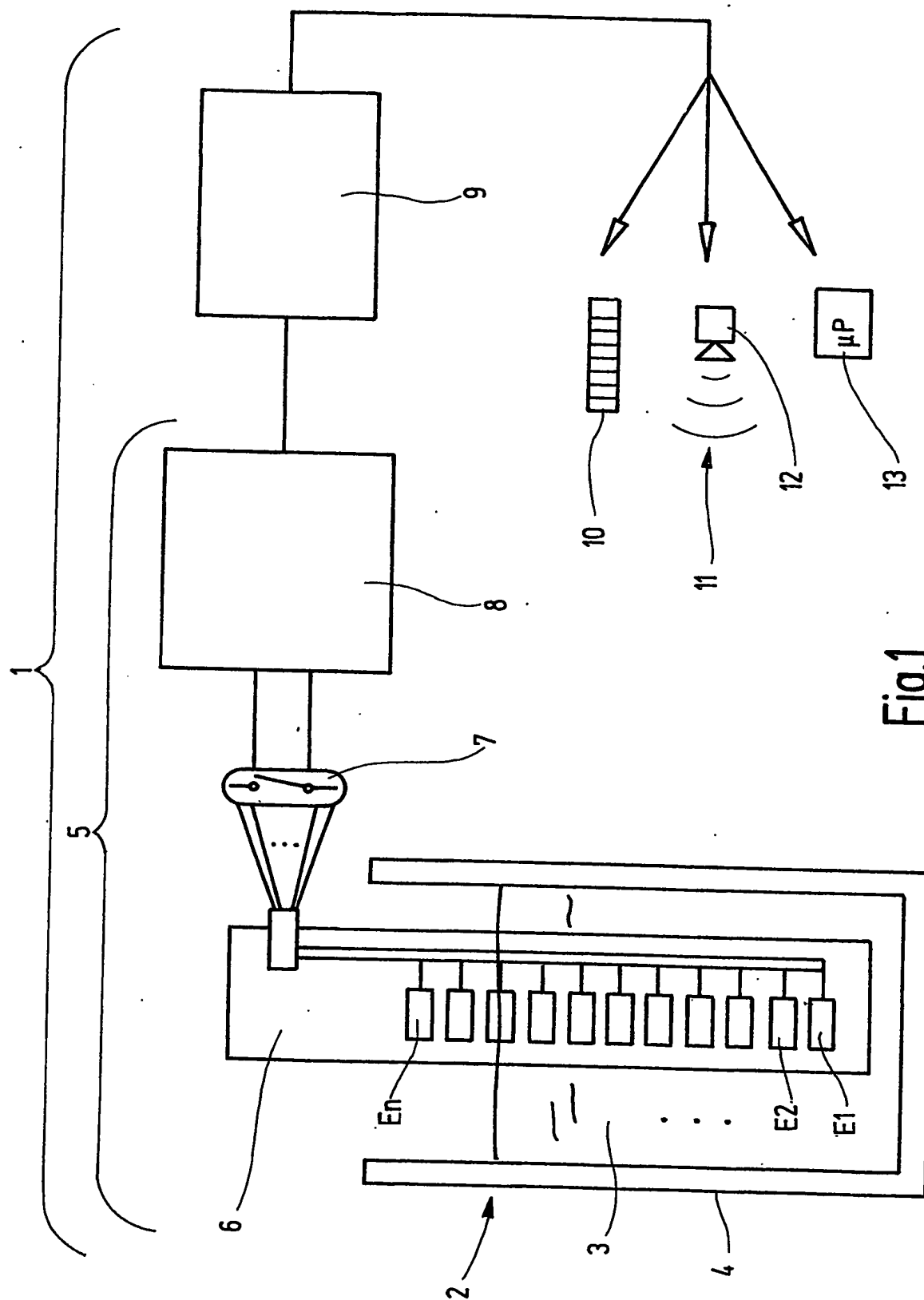


Fig.1

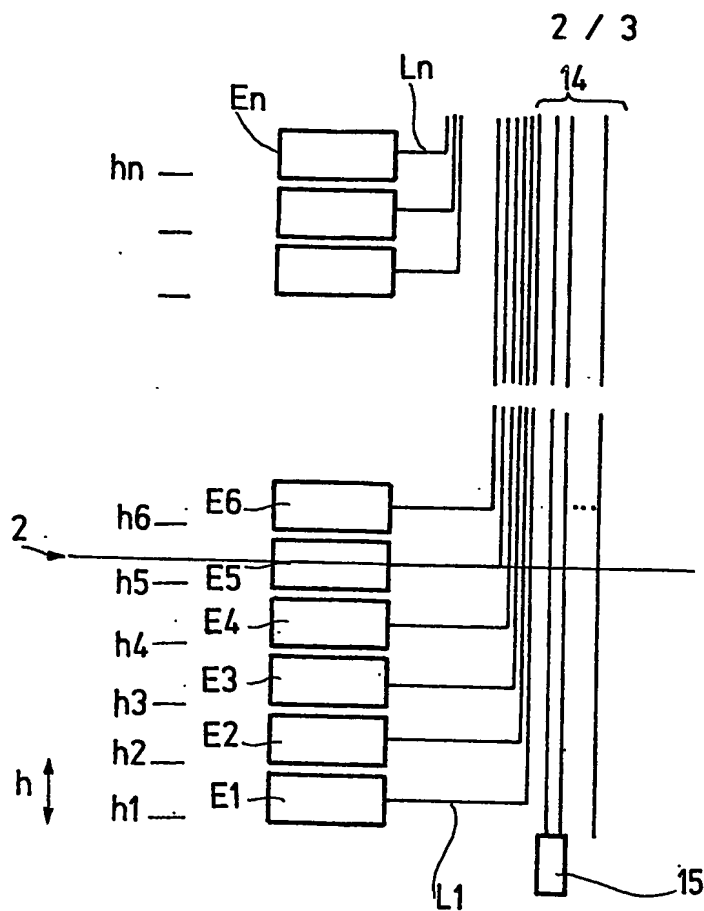


Fig. 2

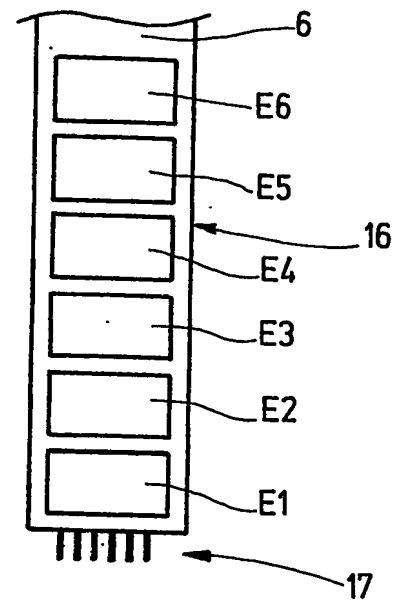


Fig. 4

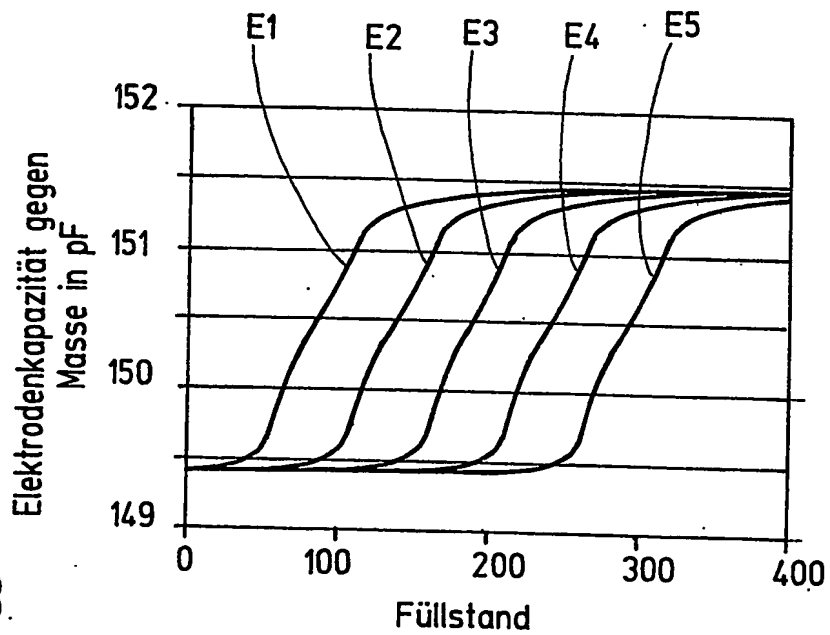


Fig. 3

3 / 3

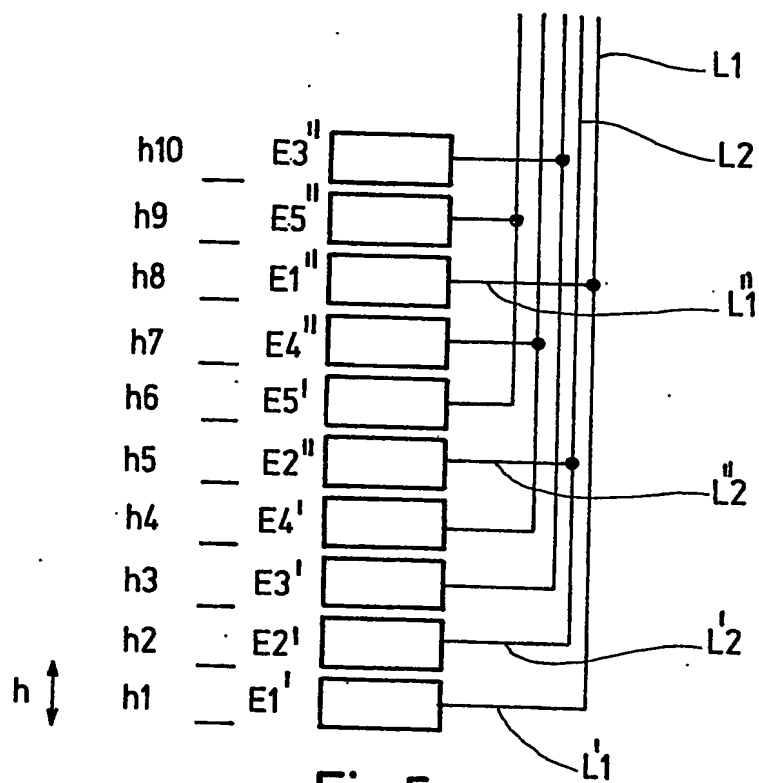


Fig.5

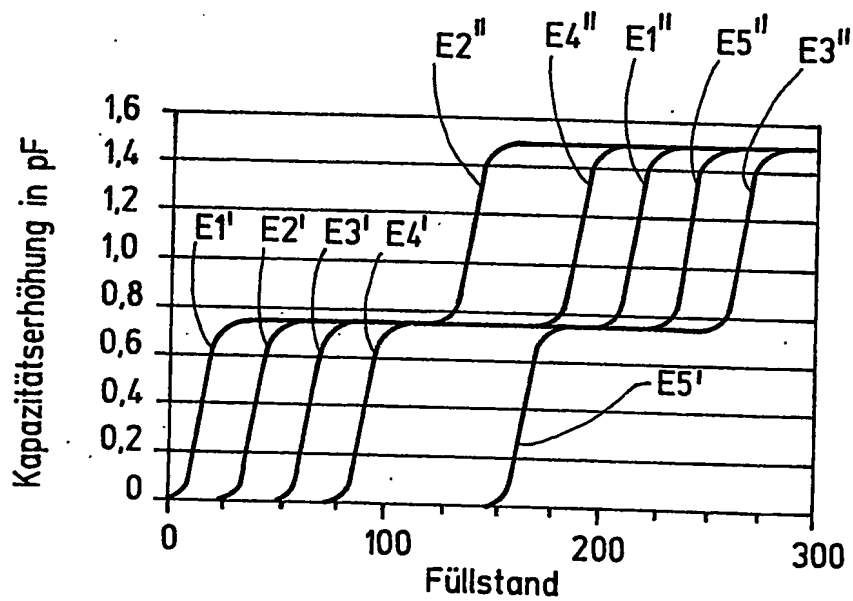


Fig.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/11449

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01F23/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 101 873 A (KAWAKATSU HIROSHI ET AL) 15 August 2000 (2000-08-15) abstract; figures 3-7 column 6 -column 8	1-5, 9-12,16
A	DE 100 15 306 A (BOSCH GMBH ROBERT) 4 October 2001 (2001-10-04) abstract; figures 1,2 column 2 -column 3; claim 10	1,6,10, 12,14
A	US 4 003 259 A (HOPE BJORN REINHARDT) 18 January 1977 (1977-01-18) abstract; figures 1,2	1,10,12

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 January 2004

Date of mailing of the international search report

03/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vorropoulos, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/11449

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 6101873	A	15-08-2000	CA	2176860 A1		18-11-1997
DE 10015306	A	04-10-2001	DE	10015306 A1		04-10-2001
US 4003259	A	18-01-1977	NO	742093 A		11-12-1975
			DD	119088 A5		05-04-1976
			DE	2524608 A1		18-12-1975
			DK	257675 A		11-12-1975
			ES	438360 A1		16-01-1977
			FR	2274030 A1		02-01-1976
			IT	1049152 B		20-01-1981
			JP	51008966 A		24-01-1976
			NL	7506676 A		12-12-1975
			SE	7506577 A		11-12-1975

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Internationales Patentzeichen

PCT/EP 03/11449

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01F23/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 101 873 A (KAWAKATSU HIROSHI ET AL) 15. August 2000 (2000-08-15) Zusammenfassung; Abbildungen 3-7 Spalte 6 -Spalte 8 ----	1-5, 9-12,16
A	DE 100 15 306 A (BOSCH GMBH ROBERT) 4. Oktober 2001 (2001-10-04) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Spalte 2 -Spalte 3; Anspruch 10 ----	1,6,10, 12,14
A	US 4 003 259 A (HOPE BJORN REINHARDT) 18. Januar 1977 (1977-01-18) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	1,10,12

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. Januar 2004

Abmeldedatum des internationalen Recherchenberichts

03/02/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Vorropoulos, G

INTERNATIONALE RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Zeichen

PCT/EP 03/11449

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6101873	A	15-08-2000	CA	2176860 A1	18-11-1997
DE 10015306	A	04-10-2001	DE	10015306 A1	04-10-2001
US 4003259	A	18-01-1977	NO	742093 A	11-12-1975
			DD	119088 A5	05-04-1976
			DE	2524608 A1	18-12-1975
			DK	257675 A	11-12-1975
			ES	438360 A1	16-01-1977
			FR	2274030 A1	02-01-1976
			IT	1049152 B	20-01-1981
			JP	51008966 A	24-01-1976
			NL	7506676 A	12-12-1975
			SE	7506577 A	11-12-1975